

## Desetletnica Centra za trde prevleke na Institutu "Jožef Stefan"

Center za trde prevleke smo ustanovili decembra 1985 z namenom, da v slovensko industrijo vpeljemo najsodobnejšo tehnologijo zaščite orodij in strojnih delov pred obrabo, korozijo in oksidacijo v ekstremnih delovnih razmerah, kot so velike mehanske obremenitve, visoke temperature in korozivni mediji. Obraba in korozija materialov sta največja tehnična problema današnje industrije in prinašata velike finančne izgube. S primerno površinsko obdelavo lahko oba škodljiva pojava v veliki meri zmanjšamo. Zaščita orodij pred obrabo in korozijo pa je pomembna tudi z ekološkega vidika, saj na ta način zmanjšamo porabo visoko legiranih jekel, ki vsebujejo veliko redkih kovin, kot so kobalt, krom, molibden, vanadij, volfram itd. Najučinkovitejšo zaščito orodij in strojnih delov dosežemo s trdimi zaščitnimi prevlekami na osnovi keramičnih materialov, ki jih pripravimo z vakuumskimi (fizikalnimi, PVD) postopki nanašanja. Keramične prevleke PVD so bile prvič uporabljene leta 1980. Danes se najpogosteje uporabljajo štiri: TiN, Ti(C,N), (Ti,Al)N in CrN. Prevleke TiN so dobra zaščita pred adhezijsko obrabo, medtem ko so (Ti,Al)N oksidacijsko najobstojnejše. Za zaščito pred abrazijo uporabljamo prevleke Ti(C,N) (alternativa so dupleks prevleke: plazemskemu nitriranju sledi nanos prevleke PVD), CrN pa, kadar potrebujemo debelejšo prevleko, npr. za korozijsko zaščito. Če je geometrija orodja zelo komplicirana, lahko v nekaterih primerih namesto postopkov PVD uporabimo CVD. Dejansko je potrebno za vsak tribološki sistem posebej izbrati vrsto prevleke in optimizirati parametre priprave tako orodja kot prevleke. Vzdržljivost orodij, prekritih s trdo zaščitno prevleko se poveča tudi do desetkrat. Z ekonomskega vidika je pomemben tudi prihranek časa, ki je potreben za menjavo in nastavitve orodja, zlasti v primeru numerično krmiljenih obdelovalnih strojev. Boljša je tudi kvaliteta obdelave površine izdelka (manjša hrpa-vost). V nekaterih primerih lahko povečamo obdelovalne hitrosti in pomike ter s tem produktivnost.

Na Institutu "Jožef Stefan", v Odseku za tanke plasti in površine smo spremljali razvoj trdih prevlek od samega začetka. Leta 1980, ko so se pojavile prve komercialne naprave za vakuumski nanos trdih keramičnih prevlek, smo pri nas že nanašali (naprševali) prevleke TiN v dveh eksperimentalnih napravah. Že takrat smo preizkušali učinkovitost prevlek TiN na različnih orodjih (karbidne ploščice za struženje, orodje za vtiskovanje

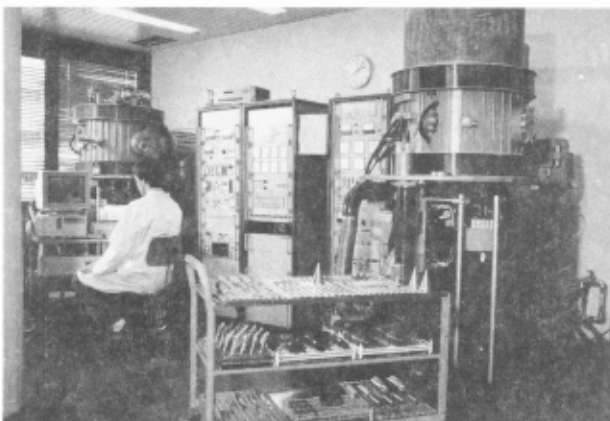
navojev in utorov na glavah križnih vijakov) v industrijskih razmerah. Pionirsko delo je opravil prof. dr. Boris Navinšek s sodelavci. Za uspešen prodor te najsodobnejše tehnologije v domačo industrijo so zaslužni tudi mnogi strokovnjaki (zanesenjaki) iz slovenske (in jugoslovanske) industrije, ki so ob začetnih težavah uvajanja pokazali veliko stopnjo zaupanja in odprtosti za tehnološke novosti.

Resen prodor tehnologije trdih zaščitnih prevlek v industrijo ni bil mogoč z razpoložljivimi eksperimentalnimi napravami. Bili smo pred odločitvijo, ali izdelamo primerno napravo doma, ali jo raje kupimo. Jasno je, da je pri uvajanju neke nove, neznane tehnologije v industrijsko proizvodnjo zelo pomembno, da imamo zanesljivo in profesionalno napravo, ki omogoča nanos prevlek na orodja z narazličnejšo geometrijo in velikostjo, ter veliko stopnjo ponovljivosti. Prof. Navinšek se je skupaj z ožjimi sodelavci odločil za nakup profesionalne naprave in za konstrukcijo ter izdelavo lastne. Medtem ko je nakup naprave stekel relativno hitro, se je izdelava doma konstruiranega cilindričnega magnetrona precej zavlekla. Vzrok so bile težave pri razvoju močnostnega električnega napajalnika, pomanjkanje nekaterih materialov in komponent, pa tudi pomanjkljive izkušnje pri razvoju tako zahtevne naprave. Kljub težavam je bila naprava v nekaj letih narejena in jo še danes uporabljamo za nanos prevlek TiN na orodja večjih dimenzij.

Do pravega prodora tehnologije TiN v industrijo je prišlo konec leta 1985, ko smo kupili profesionalno napravo za nanašanje trdih prevlek (BAI 730) podjetja Balzers iz Liechtensteina. Postopek nanašanja trdih prevlek TiN (naparevanje z nizkonapetostnim plazemskim lokom), ki so ga v tem podjetju patentirali leta 1977, je še danes najuspešnejši in najpogosteje uporabljen. Na osnovi dolgoletnega uspešnega sodelovanja prof. Navinška z njihovimi raziskovalci in rezultatov preizkušanj naših prevlek TiN v industrijskih razmerah so nam omogočili nakup naprave brez licence, kar je zmanjšalo njeno ceno za eno tretjino. 1.3 milijona švicarskih frankov, potrebnih za nakup naprave, je plačal SMELT. Denar za nakup prostorov in drugo infrastrukturno opremo je zagotovil inštitut, ki je imel veliko razumevanje za postavitev Centra.

Po nekaj letih zelo uspešnega poslovanja, ko smo prekrivali orodja za vso jugoslovansko industrijo, so leta 1991, zaradi razpada jugoslovanskega tržišča in gospodarske recesije v Sloveniji, nastale velike težave pri poslovanju Centra. Obseg dela se je zmanjšal na eno tretjino. Nekateri pesimisti iz inštitutskega vodstva so zahtevali njegovo zaprtje in odprodajo. Po zaslugi optimistov pa je Center nadaljeval delo. SMELT se je velikodušno odpovedal pravici do dohodkov iz dobička. Pojavili so se novi naročniki iz majhnih podjetij. Ko je prišlo pred dvema letoma do prvega okrevanja slovenske industrije, je bil Center rešen. Od takrat posluje samo boljše. V desetih letih je bilo prekritih približno 1.200.000 kosov orodij. Število podjetij, ki uporabljajo usluge Centra pa je več kot 500.

V okviru 5-letnega razvojno-raziskovalnega projekta s podjetjem Balzers iz Liechtensteina smo leta 1993 od njih dobili napravo BAI 730M, ki jo uporabljamo za pripravo novih trdih prevlek (v obliki binarnih in ternarnih nitridov) in za študij priprave nizkotemperaturnih



Profesionalni napravi za nanašanje trdih prevlek (BAI 730 in BAI 730M) v Centru za trde prevleke v Domžalah

trdih zaščitnih prevlek. Napravo smo dodatno opremili z masnim in energijskim analizatorjem plazme (Plasma Process Monitor, PPM 421, Balzers). Za kontrolo kvalitete trdih prevlek pa uporabljamo še avtomatski merilnik adhezije (Automatic Scratch Tester, CSMS



Slavnostni nagovor prof. dr. Borisa Navinška, vodje Odseka za tanke plasti in površine in Centra za trde prevleke na Institutu "Jožef Stefan"

Revetest) in merilnik mikrotrdote (Hardness Tester, Mitutoyo).

Razvoj novih prevlek nadaljujemo tudi v eksperimentalni napravi Sputron. V zadnjih letih smo največ pozornosti posvečali iskanju oksidacijsko in korozijsko odpornih prevlek. Zelo dobre rezultate smo dosegli predvsem z večkomponentnimi CrTiN prevlekami in večplastnimi TiN/CrN prevlekami. Rezultate razvojno-raziskovalnega dela smo v zadnjih desetih letih objavili v več kot 45 znanstvenih publikacijah v mednarodnih revijah.

Ves čas posvečamo posebno pozornost izobraževanju strokovnjakov iz industrije. Organizirali smo štiri seminarje, ki so bili zelo dobro obiskani (od 150 do 300 udeležencev), in izdali tri zbornike predavanj in dve monografiji prof. dr. Borisa Navinška: "Trde zaščitne prevleke in povečanje življenjske dobe orodij" in "Trde zaščitne prevleke" (izdal in založil Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, 1984 in 1993). V knjigah so opisane tehnologije oplemenitenja orodij, vrste prevlek in zbrani številni domači in tuji rezultati preizkušanj zaščitnih prevlek na najrazličnejših vrstah orodij.

Dr. Peter Panjan  
Institut "Jožef Stefan"  
Jamova 39, 61000 Ljubljana

## 10. mednarodna konferenca o tankih plasteh (ICTF-10) in 5. evropska vakuumska konferenca (EVC-5), Salamanca, 23-27 sep. 1996

Konferenci bosta organizirali špansko vakuumsko društvo (ASEVA) in mednarodna zveza za vakuumsko znanost, tehniko in uporabo (IUVSTA). Prvi ICTF in EVC konferenci sta bili leta 1968 v Bostonu (ZDA) oz. leta 1988 v Salfordu (Velika Britanija). Ker se programa obeh konferenc precej prekrivata, bosta tokrat organizirani skupaj. V okviru ICTF konference bodo obravnavane naslednje teme:

- tehnike nanašanja tankih plasti
- karakterizacija tankih plasti
- novi materiali (vključno z biomateriali)
- industrijska uporaba tankih plasti in novih materialov
- tanke plasti za senzorce
- večplastne prevleke
- magnetne tanke plasti
- optična prekritja
- mehanizmi rasti tankih plasti
- trde prevleke

EVC konferenca pa bo imela naslednje sekcije:

- merjenje celotnega in delnega tlaka
- razvoj vakuumskih sistemov za nizke in ekstremno nizke tlake
- veliki vakuumski sistemi
- plini in pare v vakuumskih sistemih
- znanost o površinah in analiza površin v vakuumu
- fizika plazme in plazemske tehnologije
- modifikacija površin z ionskim obstrlejanjem

Skupni sekciji obeh konferenc pa bosta:

- nanostrukture in
- tribologija.

Organiziranih bo tudi več krajših tečajev (Osnove vakuumskih tehnologij, Osnove ionskih izvirov, Osnove magnetnih materialov in magnetnega zapisa, Tehnike merjenja celotnega tlaka, AES, SIMS in XPS analiza površin, ter profila analiza, Delovanje in okvare vakuumskih črpalnih sistemov, Vrščina tunelska elektronska mikroskopija in mikroskopija na atomsko silo, PVD trde prevleke, Merilniki delnih tlakov) in delavnica na temo: "Kontrola kvalitete vakuuma", ki jo bo organizirala IUVSTA. Organizirana bo tudi razstava naj-novejše raziskovalne opreme s področja tankih plasti in vakuumske tehnike in tehnologij.

Povzetke prispevkov pošljite najkasneje do 30. aprila 1996 na naslov:

ISTF-10/EVC-5, Salamanca 1996  
Laboratorio de Física del Vacío y Superficies  
Instituto de Física Aplicada,  
CETEF "L. Torres Quevedo"  
Serrano 144  
E-28006 Madrid  
Spain

Dodatne informacije najdete v drugem obvestilu organizatorjev obeh konferenc, ki ga lahko dobite na sedežu DVTS, Teslova 30, Ljubljana.

## Evropska konferenca o znanosti o površinah (ECOSS-16), Genova, Italija, 9.-13. sep. 1996

Septembra 1996 bo v Italiji (Genova) evropska konferenca o znanosti o površinah ECOSS-16. Konferenca bo obravnavala naslednja področja: Adsorbate Dynamics, Diffusion and Growth, Surface Reactions, Surface Phase Transitions, Statistical Mechanics and Thermodynamics, Surface Geometrics and Electronic Structure, Magnetic Properties of Surfaces, Small Particles and Clusters, Sliding Friction and Tribology, Surface Spectroscopy, High Resolution Surface Microscopy, New Methods and Techniques, Applied Topics.

Prvo obvestilo o konferenci dobite na naslovu:

ECOSS-16 Congress Secretariat  
c/o Dipartimento di Fisica  
Via Dodecaneso 33  
16146 Genova, Italy  
tel.: 39 10 353 6284  
faks: 39 10 362 2790  
E-mail @ecoss 16 genova.infn.it